

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

PAT-NO: JP408271763A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08271763 A

TITLE: COUPLING STRUCTURE OF SEMICONDUCTOR  
LASER AND OPTICAL FIBER AND PRODUCTION OF OPTICAL FIBER  
ARRAY

PUBN-DATE: October 18, 1996

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
OKUDA, MICHITAKA

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
KYOCERA CORP N/A

APPL-NO: JP07073273

APPL-DATE: March 30, 1995

INT-CL (IPC): G02B006/42

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain an easy-to-align juncture structure with high efficiency between a lights source (laser) and a fiber by working the end face shape of the fiber to a wedge shape of V- or U-shaped (semicylindrical surface shape).

CONSTITUTION: The end bace shape of the optical fiber 1 is worked to a wedge shape of V- or U-shaped (semicylindrical surface shape) in order to impart a beam shaping function and a function to improve coupling efficiency to the front end of the optical fiber. Further, the end of the

optical fiber 1 is subjected to a mode field expanding treatment, by which the need for a cylindrical lens is eliminated. A polishing plate 6 is placed on a rotating surface plate 7 in this production. The optical fiber 1 is then inserted and fixed into a fiber holder, such as ferrule, and is brought into pressurized contact with the polishing plate 6 on the surface plate 7 while the end faces of the optical fiber 1 is swung laterally little by little. The end face is polished in this state while an abrasive grain liquid 8 is added thereon, by which the end face of the optical fiber 1 is worked to the semicylindrical surface shape. The V shape is obtd. by fixing one end face at some angle and polishing the end face, then rotating the fixing jig by a prescribed angle and polishing the end face.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-271763

(43) 公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

G 0 2 B 6/42

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/42

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平7-73273

(22) 出願日

平成7年(1995)3月30日

(71) 出願人

000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者

奥田 通孝

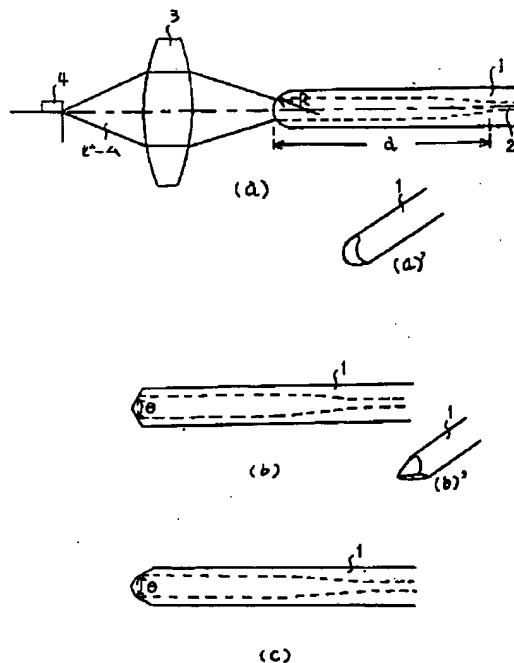
神奈川県横浜市都筑区加賀原2丁目1番1号 京セラ株式会社横浜事業所内

(54) 【発明の名称】 半導体レーザと光ファイバの結合構造および光ファイバアレイの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 光源（レーザ）とファイバ間の高効率でアライメント容易な接続部構造の実現。

【構成】 光ファイバ端面を半円筒面状、又は楔状に加工し、それを光源との接続に使用する。さらに、ファイバ端面のコアドーパントを拡散することよりのモードフィールド径を拡大させて光源との接続に使用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体レーザービームを光ファイバに高効率に結合するための半導体レーザーと光ファイバの結合構造において、光ファイバが先端面の断面形状をU字状またはV字状に成形加工されたことを特徴とする半導体レーザーと光ファイバの結合構造。

【請求項2】前記成形加工された先端部のモードフィールド径が拡大されていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザーと光ファイバの結合構造。

【請求項3】半導体レーザービームを光ファイバに高効率に結合するための半導体レーザーと光ファイバの結合構造において、光ファイバが先端面の断面形状をU字状またはV字状に成形加工されるとともに先端部のモードフィールド径を拡大されており、先端頂辺を半導体レーザービームの楕円状ファースフィールドパターンに対し、該楕円の長軸と垂直になるように配置されることを特徴とする半導体レーザーと光ファイバの結合構造。

【請求項4】半導体レーザーアレイの各ビームを光ファイバアレイの各ファイバに高効率に結合するための半導体レーザーと光ファイバの結合構造において、前記半導体レーザーアレイを構成する各半導体レーザーが楕円状ファースフィールドパターンの長軸方向をアレイ方向に垂直になるように配列され、前記光ファイバアレイを構成する各光ファイバが先端面の断面形状をU字状またはV字状にかつその頂辺をアレイ方向に一致させるように成形加工されるとともに先端部のモードフィールド径が拡大され、前記半導体レーザーアレイと光ファイバアレイとが両アレイ方向を一致させるように配置されることを特徴とする半導体レーザーと光ファイバの結合構造。

【請求項5】各半導体レーザーが楕円状ファースフィールドパターンの長軸方向をアレイ方向に垂直になるように配列された半導体レーザーアレイの各ビームを高効率に結合するための光ファイバアレイの製造方法において、光ファイバアレイの各ファイバ先端部を一括的に加熱して各コア内のドーパントを拡散させることによりモードフィールド径を拡大させる加熱工程と、光ファイバアレイを構成する各ファイバ先端部を保持部材に固定する整列工程と、前記固定された各ファイバ先端面が断面形状をU字状またはV字状にかつその頂辺を整列方向に一致させて一括的に成形加工する成形工程とを有することを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体レーザーと光ファイバの接続に関し、半導体レーザーモジュールや半導体レーザーアレイモジュール等に利用可能である。

## 【0002】

【従来技術及びその課題】従来、光源である半導体レーザーと光ファイバとの接続には、(1)光源とファイバとの間に収束レンズを配置する構成や、(2)先端をレン

ズ加工した光ファイバ(先球ファイバ)を用いる構成、等があった。さらに、半導体レーザーは、非点隔差を有し、そのファースフィールドパターンは楕円形となっているが、前記(1)(2)に示した結合構成は、円形のファースフィールドを想定して成されている為、損失が大きく、十分な結合効率を得られない。そこで、それを補償する為、図4に示すようにシリンドリカル(円筒)レンズ9を光源(半導体レーザー素子4)と収束レンズ3との間に設置して楕円状ファースフィールドを円形に整形補償して光ファイバ5に接続する必要がある、部品点数が多くなり、アライメントが必要で、製作困難であった。

【0003】従って、複数本の光ファイバを一行に保持したファイバアレイと半導体レーザーとの結合では、高効率な結合を実現させるよう作製することは極めて困難で、極めて高価なものとなっている。

【0004】上記課題をまとめると以下のようになる。

- (1)十分な結合効率を得るのにビーム整形を必要とし、シリンドリカルレンズ等の部品を別途必要とした。
- (2)部品点数が増え、アライメント工程が増大した。
- (3)ファイバアレイを光源に高効率に結合する半導体レーザーモジュールについては、作製を容易にする有効な手段が無かった。

## 【0005】

【課題を解決する為の手段】本発明は、前記欠点を解決する為、ファイバの先端にビーム整形機能と結合効率改善の機能を持たせようとするものである。

【0006】その為、本発明では、ファイバ端面形状をV字状あるいはU字状(半円筒面状)の楔形に加工すること、さらにファイバ端面にモードフィールド拡大処理を施すことにより、シリンドリカルレンズを不要にする。

【0007】より具体的には、以下の結合構造、ファイバアレイの製造方法を構成する。

【0008】半導体レーザービームを光ファイバに高効率に結合するための半導体レーザーと光ファイバの結合構造において、光ファイバが先端面の断面形状をU字状またはV字状に成形加工されるとともに先端部のモードフィールド径を拡大されており、先端頂辺を半導体レーザービームの楕円状ファースフィールドパターンに対し、該楕円の長軸と垂直になるように配置されることを特徴とする半導体レーザーと光ファイバの第1結合構造。

【0009】第1結合構造において、前記半導体レーザーと光ファイバとの間に有限共役型収束レンズが配置されることを特徴とする半導体レーザーと光ファイバの結合構造。半導体レーザーアレイの各ビームを光ファイバアレイの各ファイバに高効率に結合するための半導体レーザーと光ファイバの結合構造において、前記半導体レーザーアレイを構成する各半導体レーザーが楕円状ファースフィールドパターンの長軸方向をアレイ方向に垂直になるように配列され、前記光ファイバアレイを構成する各光ファイバ

が先端面の断面形状をU字状またはV字状にかつその頂辺をアレイ方向に一致させるように成形加工されるとともに先端部のモードフィールド径が拡大され、前記半導体レーザアレイと光ファイバアレイとが両アレイ方向を一致させるように配置されることを特徴とする半導体レーザと光ファイバの第2結合構造。

【0010】第2結合構造において、前記半導体レーザアレイと光ファイバアレイとの間に有限共役型収束レンズアレイが配置されることを特徴とする半導体レーザと光ファイバの結合構造。

【0011】各半導体レーザが楕円状ファーストフィールドパターンの長軸方向をアレイ方向に垂直になるように配列された半導体レーザアレイの各ビームを高効率に結合するための光ファイバアレイの製造方法において、光ファイバアレイの各ファイバ先端部を一括的に加熱して各コア内のドーパントを拡散させることによりモードフィールド径を拡大させる加熱工程と、光ファイバアレイを構成する各ファイバ先端部を保持部材に固定する整列工程と、前記固定された各ファイバ先端部が断面形状をU字状またはV字状にかつその頂辺を整列方向に一致させて一括的に成形加工する成形工程とを有することを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

【0012】前記加熱工程が、前記整列工程前に処理されることを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

【0013】前記加熱工程が、前記整列工程後に保持部材を介して各ファイバ先端部が加熱されドーパントの熱拡散処理がされることを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

【0014】前記加熱工程が、前記成形工程後に保持部材を介して各ファイバ先端部が加熱されドーパントの熱拡散処理がされることを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

【0015】

【実施例】本発明による先球ファイバの実施例を図に基づいて説明する。図1(a)は、本発明による半導体レーザモジュールの接続部構造の一実施例を示し、光源(半導体レーザ素子4)、結合レンズ3(有限共役型収束レンズ)、光ファイバ1の順に構成したものである。使用する結合レンズ3は、球レンズ、非球面レンズ等使用出来る。通常、半導体レーザ4は、出射ビームが接合面に平行な方向と垂直な方向では異なる広がり角を持った発散ビームが出力される。通常、接合に垂直方向の放射角の方が平行方向に対し、2~3倍程度大きい。従って、高結合の為に使用する結合レンズ3の入射側条件として、NAが垂直方向の放射角程度のものが必要である。その為、出射側の垂直方向を増大させる為、先端を半円筒面状に加工した先球レンズのNAによりNAをほぼ合わせる。通常光ファイバへの入射角、ここでは水平方向のNAは、ファイバのクラッドとコアの屈折率で設定されるが、垂直方向の開口(NA)は、先端を半円筒

面状に加工する円筒の曲率半径により設定される。結合レンズ3を組み合わせて使用する場合は、当然の事ながら入射側がNAの大きな集光を持ち、出射側は、小さな開口を有するレンズを使用した方がよい。

【0016】ファイバ先端部分の光導波部のコアは、局部的に1500℃前後で加熱する事により、ファイバコア部2に含まれているGe等の屈折率増加添加物が拡散され、伝搬光のモードフィールド径が増大する。即ち光路径が増大し、光源のファイバ光軸に対する水平、垂直方向の位置精度トレランス特性が緩和される。これは接続損失に対するトレランス特性としては、モードフィールド径がn倍とすると、ほぼn倍に緩和され、拡大率としては2~4倍程度である。図1(a)は、その場合について示されたものである。モードフィールド径を拡大した領域は図1(a)にてモードフィールド拡大領域aとして示す。また、図1(b)断面図、(b)'斜視図は、製作工程を簡略化する為、光ファイバ1の端面をV字状に加工したファイバ先端部を示すものである。この場合の開口は楔の頂角 $\theta$ の大きさで設定できる。また、図1(c)断面図は、光ファイバ1の先端を多段に加工してV字状としたファイバ先端部を示すものである。

【0017】図2は、本発明による光ファイバ1の製法を示したもので、回転する定盤7の上に研磨板6を載せ、光ファイバ1をフェール等のファイバ保持具に入れ固定し、ファイバ端面を少しずつ左右に振り、回転する定盤7の上の研磨板6に圧接しながら砥粒液8を添加しながら研磨する事により光ファイバ1の先端は図1(a)に示すように半円筒面状に加工される。V字状の場合は、一端面をある角度に固定して研磨後、固定治具を角度( $\pi - \theta$ )回転させ、研磨する事により得られる。

【0018】尚、本発明の実施例において結合レンズ3を用いて光ファイバ1と接続しているが、それに限らず先端を加工した光ファイバ1と光源4とを直接結合させても一向に構わない(図示無し)。その場合、結合レンズ3が無い分、更に部品点数が少なくなり、アライメントが容易になる。

【0019】図3は、本発明による接続部構造をファイバアレイによる実装構造として実現した半導体レーザアレイモジュールの斜視図で、アレイ状にした光ファイバ1と複数の光源4(半導体レーザアレイ)との接続構造を示している。この場合、各光ファイバ1は、複数のファイバを横方向につなげたアレイ芯線を使用でき、本発明によればアレイ芯線を用いて各ファイバ先端部を一括的に加工することが可能になる。

【0020】一括加工の一例は、始めにアレイ状の芯線をV溝基板10等のファイバ固定基板上に押さえ板11で実装固定し、各ファイバ先端部のモードフィールドを拡大するため熱処理し、更に図2に示すように先端面を

半円筒面状あるいはV字状に一括的に研磨加工する。ただし、アレイ芯線は先端のモードフィールドを固定基板に実装固定する前に拡大処理しておいてもよい。また、アレイ芯線は、V溝基板10と押さえ板11を保持具にしてファイバ先端をV溝基板10より先に出してファイバ先端のみ研磨加工するが、ファイバ先端をV溝基板10より先に出さずに保持具先端部を研磨加工することでファイバ先端を所定の形状に一括加工してもよい。

【0021】なお、ここで図示しているマイクロレンズアレイ12は無くても接続が可能である。マイクロレンズアレイ12を使用しない場合は、各ファイバ間において隣合う光源からクロストークをさけるだけの間隔が必要である。

【0022】

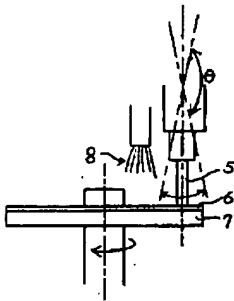
【発明の効果】このように本発明によると以下のような優れた利点がある。

(1) ファイバ端面がシリンダリカルもしくはそれとほぼ等価な機能を有する光学端面で構成されている為、ビーム整形の為にシリンダリカルレンズ等の光学素子が必要なく、簡易な構成で高効率な結合系が実現できる。

【0023】(2) 更にファイバ端面部のモードフィールド径をドーパント拡散により、増大させる事により、水平垂直方向の部品間のアライメント精度が緩和され、部品実装固定時の調整が容易になる。

【0024】(3) 光ファイバアレイの各端面をシリンダリカルもしくはそれとほぼ等価な機能を有する光学端面に一括加工でき、アライメントが容易になり、製造時間が短縮するなど、極めて低コストに高結合効率の光ファイバアレイ用半導体レーザーモジュールを提供できる。

【図2】



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例で、(a)は先端を半円筒面状(U字状)に加工した光ファイバと光源との接続構成図で、(a)'はその光ファイバ斜視図、また(b)は先端を楔状(V字状)に加工した光ファイバ断面図、(b)'は(b)の光ファイバ斜視図、(c)は楔状(V字状)を多段階に加工した光ファイバ断面図。

【図2】本発明による光ファイバの端面加工方法を示す実施例図。

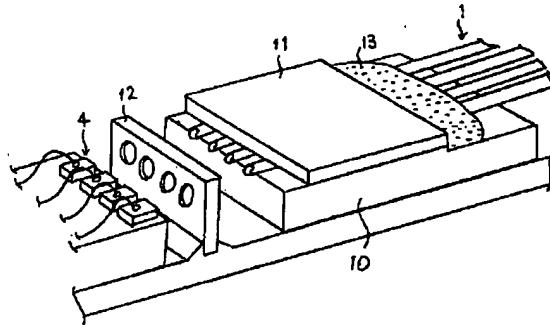
【図3】本発明の接続実装構造をファイバアレイに適用した場合の半導体レーザーアレイモジュールの一実施例を示す斜視図。

【図4】従来の光源とファイバとの接続構成図。

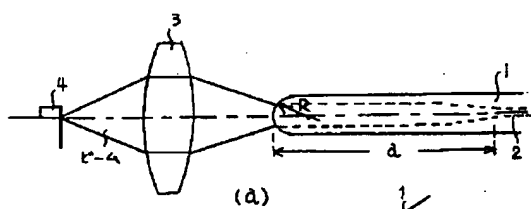
【符号の説明】

- 1：光ファイバ
- 2：コア
- 3：収束レンズ
- 4：半導体レーザー
- 5：光ファイバ(端面平坦状)
- 6：研磨板
- 7：回転定盤
- 8：砥粒液
- 9：円筒レンズ
- 10：V溝基板
- 11：押さえ板
- 12：マイクロレンズアレイ
- 13：固定剤(接着剤、低融点ガラス等)
- a：モードフィールド拡大領域

【図3】



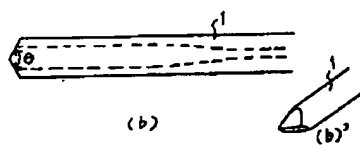
【図1】



(a)



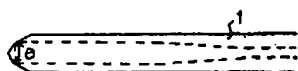
(a')



(b)



(b')



(c)

【図4】

